



Situación y perspectiva de los cristales líquidos

J. A. MARTIN PEREDA

Catedrático de Tecnología Electrónica y Electrónica Cuántica de la ETSIT-UPM.

Desde el principio de la Década de los setenta, cuando empezaron a aparecer por vez primera en la literatura técnica los cristales líquidos, la mayor parte de los autores se atrevieron a vaticinar para ellos un número casi ilimitado de posibles aplicaciones en todos los campos. En los quince años que han pasado desde entonces, cientos de patentes y varios miles de artículos han sido dedicados a ellas. De hecho, es casi imposible no encontrar un área de la tecnología de donde no hayan surgido propuestas. Pero también, al mismo tiempo, sólo en muy contados casos estas propuestas han visto una aplicación real que pudiera desarrollarse en una producción en serie o en un dispositivo de uso más o menos generalizado.

De hecho, como se comentará aquí, sólo los dispositivos de visualización, empleados en relojes y en calculadoras de bolsillo, y los indicadores de temperatura, han encontrado un espacio propio y en el que, por el momento, pueden desenvolverse sin grandes opositores. El resto de sus aplicaciones, o se encuentra todavía en estado preembrionario o son realizaciones que no han encontrado el eco que se esperaba. En el presente artículo se intentará hacer un pequeño estudio de las causas que han conducido a ello y se darán unas posibles soluciones para que el campo de los dispositivos basados en los cristales líquidos, pueda ampliarse a niveles parecidos a los que sus partidarios han proclamados en los últimos años. No se darán detalles de tipos y características, ya que existen en la actualidad bastantes artículos de revisión del tema. En particular, en castellano, ha aparecido una serie de tres artículos que abarca la práctica totalidad de sus principios y aplicaciones.

ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL

Aunque la historia de los cristales líquidos se remonta a 1888, cuando el botánico austriaco F. Reinitzer descubrió por vez primera las curiosas propiedades que presentaban las sustancias que, un año después, O. Lehmann bautizó como cristales líquidos, durante todo el final del pasado siglo y más de la primera mitad del presente sólo fueron considerados como materiales más o menos extraños y que su interés quedaba ceñido al campo restringido de los laboratorios.

Al comienzo de los sesenta, el interés brotó de una forma espectacular, especialmente en el terreno de la física y la fisicoquímica. La razón se debió, sobre todo, al comportamiento extraordinariamente complejo que presentaban y que los hacían ser candidatos preferentes para el estudio de transiciones de fase y del comportamiento de fluidos. Sus propiedades eléctricas y ópticas no mantenían análogo interés porque las posibilidades de su uso en dispositivos reales no parecían próximas.

Pero dos hechos fundamentales alteraron de forma drástica lo anterior. Por una parte, la síntesis de un nuevo tipo de cristal líquido nemático, el conocido como MBBA, que se comportaba como mesofase dentro del margen de las temperaturas ambiente, permitió trabajar sin necesidad de enfriar o calentar las muestras. Con él surgió la denominada «primera generación» de dispositivos electroópticos de presentación basados en cristales líquidos. El fenómeno físico en el que se fundamentaban era el conocido como «dispersión dinámica» y con él aparecieron en el mercado los primeros visualizadores. Su inconveniente más señalado era el de que al existir un movimiento de cargas, con él asociado iba también un gasto de energía.

El segundo hecho fue la aparición de las estructuras torsionadas. En ellas, al estar basadas en un efecto único de reorientación de moléculas sin desplazamiento de cargas, el consumo energético se reducía a la mínima expresión. De una manera amplia puede considerarse que su comportamiento electroóptico era ya análogo al de los cristales sólidos, ampliamente conocidos por entonces, pero sin las desventajas del alto costo de éstos. Desde 1975, esta nueva «segunda generación» es la que ha estado en funcionamiento sin que las perspectivas indiquen un próximo nuevo asalto.

De ambos hechos es posible extraer ya un par de consecuencias muy importantes. Una primera es que el estudio de los materiales base fue de una absoluta importancia. La obtención de cristales líquidos a temperatura ambiente, aptos para trabajar en la aplicación deseada, permitió su entrada en escena con carácter de protagonista. La segunda es que fue necesario, también, un estudio tecnológico de la estructura más conveniente para que pudiera competir con otros visualizadores fuertemente desarrollados. Sin ese estudio de materiales y ese desarrollo de configuraciones los cristales líquidos seguirían siendo curiosidades de laboratorio.

A partir de lo anterior, y en el transcurso de diez años, los visualizadores de cristal líquido han ido ganando terreno, poco a poco, a otros de estado sólido o de gas. Y así, mientras que casi todos estos se encuentran con consumos en torno a los miliwatios por centímetro cuadrado, los de cristal líquido tienen consumos del orden de los microwatios por centímetro cuadrado. En la tabla I aparecen comparados los diferentes tipos en uso, atendiendo a sus tensiones de trabajo y a sus consumos de potencia.

Quedan, lógicamente, bastantes pasos a dar antes de que puedan ser empleados de forma universal. Uno es, por ejemplo, el del tamaño de los paneles que pueden alcanzar. Otro es el de los ángulos desde los que pueden ser observados. Otro es el de la visibilidad en diferentes condiciones ambientales. Otro es el de su resolución. Y otro, finalmente, es el de poder ofrecer una amplia gama de colores que permita una posible futura pantalla de televisión en color. Todo esto se encuentra en rápido desarrollo y es previsible, con casi absoluta seguridad, que en muy poco tiempo se solucionen los problemas actuales.

Pero sin necesidad de lo anterior, aún quedan bastantes terrenos en los que las aplicaciones de los visualizadores de cristal líquido pueden ampliarse. Ya se ha dicho, y es de sobra conocido por todos, el que su campo de acción actual está centrado en las calculadoras de bolsillo, en los relojes y los paneles de instrumentación. Pero a corto plazo se prevé su uso en pantallas de radar, en los paneles de los vehículos, en los marcadores de aeropuertos y estaciones de ferrocarril y en las pantallas de los ordenadores. Algunos de ellos ya han comenzado a aparecer, sino en el mercado, sí al menos en las exhibiciones paralelas de los congresos. Igualmente, paneles monocolor de muy diferentes gamas cromáticas pueden verse en ciertos usos. Todo ello abre un mercado incalculable que sólo espera una producción fiable. Producción que, por otra parte, debería de adaptarse a las necesidades cambiantes de la demanda. Por ello, más que una producción en serie de visualizadores convencionales, terreno en el que ya existen fabricantes mundiales incuestionables, es aconsejable una fabricación de diseño al consumidor en pequeñas tiradas y que puedan satisfacer necesidades cambiantes o nuevos requisitos surgidos ante nuevos equipos. Esta parcela no ha sido tomada aún por ningún fabricante y podría dar lugar a una iniciativa de éxito casi seguro, ya que las perspectivas de mercado, a corto y medio plazo, están en continuo aumento.

En cualquier caso, y esto sí es algo reconocido de forma general por casi todos los fabricantes y usuarios de visualizadores, es muy difícil que, por el momento, los cristales líquidos dejen el puesto de privilegio que tienen en la actualidad. Salvo para contadas aplicaciones, los basados en diodos electroluminiscentes, los dispositivos

TABLA I		
TIPO DE VISUALIZADOR	VOLTAJE DE TRABAJO (V)	POTENCIA CONSUMIDA
Tubo fluorescente	9 ↔ 50	10 ↔ 50 mW/carácter
Plasma	30 ↔ 250	30 ↔ 100 mW/carácter
LED	1,5 ↔ 5	10 ↔ 50 mW/carácter
CRISTAL LIQUIDO minúsculos (Nemático Torsionado)	1,5 ↔ 8	0,5 ↔ 2 µW/carácter

de plasma o los fluorescentes, no presentan apenas ventajas con respecto a aquéllos. Razones de peso, de consumo, de facilidad de uso, de versatilidad y de precio hacen que la partida, por ahora, esté en manos de los cristales líquidos.

POSIBLES PERSPECTIVAS FUTURAS

Pero así como en el campo de los visualizadores aparece claro el futuro de los cristales líquidos, no ocurre lo mismo en otros donde sus potencialidades deberían ser evidentes. Durante los últimos años ha aparecido una serie bastante larga de posibles aplicaciones que, al menos sobre el papel o dentro del recinto de los laboratorios, podrían tener amplia repercusión. Pero en casi todos los casos, estas aplicaciones han quedado allí. La razón, en casi todos los casos, se ha debido a la restricción dada por la máxima velocidad de respuesta que puedan alcanzar. Como ya es conocido, los tiempos usuales que ofrecen son entre 1 y 5 mseg para los de subida y alrededor de 100 mseg para los de bajada. En aquellos compuestos en los que esta restricción está solventada un nuevo problema se adiciona condicionando, una vez más, su utilidad práctica. Este problema no es otro que el de la temperatura a la que pueden trabajar que, o es más alta o más baja que la usual del ambiente. Así, por ejemplo, cuando se trata de obtener dispositivos bistables ópticos, los candidatos aparentemente más idóneos deberían ser los basados en cristales líquidos nemáticos, cuyo uso es el más generalizado. Pero sus tiempos de respuesta, al menos los de los usuales, es más lento de lo deseado. La solución parece podría ser el empleo de un cierto tipo de esmécticos que ya pueden conmutar velocidades en el orden de los microsegundos. Pero, como impidiendo su uso, las temperaturas a

las que pueden trabajar están bastante por encima de los 30 °C. Se rompe así su posible utilidad práctica. E igual podría decirse con muchos otros posibles usos como, por ejemplo, deflectores, conmutadores, atenuadores o moduladores.

Hay que esperar así a que nuevos resultados, obtenidos por laboratorios de universidades, centros de investigación públicos o privados, o industrias, den la solución esperada. Esto es, que ocurra algo equivalente a lo que sucedió con el descubrimiento del MBBA o de la estructura torsionada. Hace falta todavía bastante tarea investigadora para que pueda conseguirse una nueva aplicación tan fructífera como la tenida con los visualizadores. Y para ello, tanto la investigación básica como la aplicada son necesarias.

Queda, finalmente, hacer unos pequeños comentarios en torno a cuál es la situación española en este campo. Y en muy breves palabras podría decirse que es, prácticamente nula. Sólo dos grupos de dos universidades, la de Zaragoza y la Politécnica de Madrid, tienen una cierta familiaridad con los cristales líquidos. El primero, dedicado desde hace bastantes años a su síntesis, ha alcanzado un nivel en este campo realmente alto. El segundo, centrado en la fabricación de dispositivos y en nuevas aplicaciones, cuenta con una cierta experiencia en su aspecto electroóptico. Aparte de éstos, algunos otros grupos han tenido una tímida aproximación a su estudio, pero sin haber llegado a una actividad continuada. A pesar de todo, su experiencia queda desaprovechada ante la falta de contactos con empresas. Esta situación, hay que decirlo también, tampoco es muy diferente de la de muchos otros países europeos. Quizá si las aplicaciones previstas pudieran llegar a feliz término, las cosas podrían cambiar. Pero por el momento, no hay señales de ello.